Aus dem Physiologischen Institut der Universität Bern

Untersuchungen

über die

Beziehungen zwischen Schallempfindung und Richtungswahrnehmung

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

A. SCHOCH

Arzt aus Burgdorf

Promotion Bern, den 27. II. 24

Buchdruckerei Büchler & Co. / Bern

Aus dem Physiologischen Institut der Universität Bern

Untersuchungen

über die

Beziehungen zwischen Schallempfindung und Richtungswahrnehmung

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

A. SCHOCH

Arzt aus Burgdorf

Promotion Bern, den 27. II. 24

Buchdruckerei Büchler & Co. / Bern

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Für die Wahrnehmung der Richtung im Raume ist das Auge das vornehmste Organ. Jedem Gesichtseindruck haftet ausser seiner Qualität, seinem Orte dem Raum, eine bestimmte Richtung im Raume von der sehenden Person aus beurteilt, an. Räumliche Richtung schreiben wir auch den Sinneseindrücken zu, welche durch die Sinnesorgane unserer Haut und der darunter gelegenen Teile ausgelöst werden. Eine besondere Stelle nehmen die Empfindungen unseres Ohres ein. Auch der gehörte Schall wird von uns im Raume lokalisiert. Es gibt eine Reihe von Untersuchungen, welche den Nachweis liefern, dass für den Menschen das binaurale Hören zur Erkenntnis der Richtung des Schalles dient, bzw. die Richtung an der Schallquelle sehr viel besser erkannt wird als beim Hören mit nur einem Ohre. Durch diese Feststellung wird aber noch nichts darüber entschieden, ob dem Schalleindruck als solchem auch ein räumliches Moment innewohnt. Dies ist eine Frage von einiger Bedeutung, denn es handelt sich darum zu wissen, ob das räumliche Moment eine den einzelnen Sinnesempfindungen inhärente Eigenschaft ist oder ob dazu eine Synthese notwendig ist. Selbst bei dem Auge, wo die zwingende Verknüpfung von reiner Sehqualität und räumlichem Moment eine offenbare ist, gibt es ja die vielfach vertretene Anschauung, dass die Räumlichkeit der Gesichtseindrücke etwas Hinzugekommenes ist. Andererseits wird ganz neuerdings auf Grund bemerkenswerter Beobachtungen an Hirnverletzten die Auffassung vertreten, dass nur dem Gesichtssinn Räumlichkeit inne wohnt und erst von diesem auf die andern Sinnesqualitäten übertragen wird.

Nicht zu verwechseln mit der Frage, ob den einzelnen Sinnesqualitäten, in Sonderheit dem von mir in der nachfolgenden Arbeit behandelten Schallsinn, ein räumliches Moment innewohnt, ist die Beziehung zwischen Raumwahrnehmung und den Funktionen des Vorhofbogengangapparates. Es bestehen unschwer nachweisbar

Beziehungen zwischen Vorhofbogengangapparat und räumlichen Wahrnehmungen; die Frage ist nur, ob es sich um Dinge primärer oder sekundärer Natur handelt. Bekanntlich lehrte Zion in radikalster Weise, dass die wesentliche Funktion des Bogengangapparates die Schaffung des Koordinatensystemes sei, in welche alle Raumwahrnehmungen eingetragen werden. Aber selbst wenn man sich gegenüber dieser Lehre, auf welche ich hier nicht eintreten will, ablehnend verhält, bleibt genug übrig, um dem Experimentalforscher nahezulegen, bei einer eventuellen Untersuchung der räumlichen Eigenschaften der Schallwahrnehmung an die Mitwirkung des Vestibularapparates zu denken.

So ausserordentlich reichhaltig das literarische Material über Labyrintfunktion und Raumwahrnehmung ist, so wenig ist die Frage untersucht, ob einer einfachen Schallwahrnehmung an sich eine Richtung anhaftet. Es ist diese Frage, mit welcher ich mich auf Anregung von Professor Asher beschäftigt habe.

Die Aufgabe, welche hiermit gestellt ist, bedarf zu ihrer Lösung, d. h. zur Beantwortung der Frage, ob wir mit unserem Ohr gleichzeitig einen bestimmten Eindruck über die Schallrichtung erhalten, einer Versuchsanordnung, die verschiedenen Bedingungen genügen muss. Erstens muss mit reinen Mitteln des Schalles eine Schallrichtung hergestellt werden, oder besser gesagt, eine Schallinie. Zweitens muss die Schallinie in bestimmten Winkeln zu den Ohren des Beobachters gestellt werden können. Drittens muss eine Einrichtung vorhanden sein, um dem Beobachter zu ermöglichen, seine Wahrnehmungen festzulegen.

Zur Erfüllung der ersten und zweiten Bedingung konstruierte ich einen Apparat, der durch die beifolgenden beiden Zeichnungen von oben und von der Seite gesehen dargestellt wird. Der Apparat besteht zunächst aus einer kreisrunden Tischplatte vom Durchmesser 1,20 m. Die Tischplatte ist um eine durch ihre Mitte gehende Stehachse drehbar. Die Tischplatte lässt sich horizontal und vertikal stellen. In der Mitte der Tischplatte, mit ihr drehbar, ist eine genaue Gradeinteilung von 0 bis 360 Grad aufgeschraubt, während ein darüber spielender Zeiger auf der Stehachse fixiert ist, ohne sich mit derselben zu drehen. An den beiden Enden eines Durchmessers der Tischplatte wurden zwei kleine Dubois-Reymond'sche Induktoren aufgeschraubt. Dieselben standen in einer Entfernung von 1 m voneinander und dienten zur Herstellung der Schallinie.

Um dies aber zu leisten, musste ein Unterschied in der Eigenschaft des von den beiden Induktoren gelieferten Schalles bestehen. Der Schallverursacher war der feine summende Ton der schwingenden Feder des Induktionsapparates. Der Unterschied durfte nicht in der Intensität der beiden Schälle bestehen, denn es ist durch ältere Untersuchungen festgestellt, dass ein Unterschied in der Schallintensität zur Lokalisierung der Richtung dient. Dieses Lokalisierungsmoment ist aber kein rein akustisches und musste daher sorgfältig vermieden werden. Ich habe durch passende Regulierung bewerkstelligt, dass die Intensität der beiden Schälle genau gleich war. Was verschieden sein musste bei den beiden Schallquellen, das war die Höhe des Tones, und ich habe durch Abstimmung der beiden Federn es erreicht, dass ein kleiner Unterschied in der Tonhöhe vorhanden war. Das, was bei einer Linie, die gesehen wird, oben und unten ist, wird bei meiner Schallinie, wie ich sie nennen will, durch zwei verschiedene Schallhöhen bewerkstelligt. Weiter musste dafür gesorgt werden, dass die beiden Schälle streng gleichzeitig zum Erklingen gebracht wurden. Wenn etwa die beiden Induktoren zu einer etwas von einander verschiedenen Zeit in Gang gekommen wären, so läge wiederum ein Moment für räumliche Lokalisierung vor, welches nicht in dem Schalleindruck selbst seinen Ursprung nähme. Die beiden Induktoren waren parallel geschaltet und um streng gleichzeitig in Betrieb gesetzt zu werden, wurden sie durch einen genau gearbeiteten Doppelschalter gleichzeitig mit der primären Stromquelle verbunden. Bei Horizontalstellung der Tischplatte konnte der Schallinie jede mögliche Neigung erteilt werden. Die Versuchsperson befand sich in 1,5 m Entfernung von dem Tisch, mit dem Rücken gegen denselben gekehrt, um jeden Gesichtseindruck auszuschliessen, und dabei genau gleich weit von den beiden Induktoren entfernt. Die von dem Beobachter wahrgenommene Richtung wurde von ihm mit Hilfe des von Asher angegebenen dreidimensionalen Apparates zur Angabe der Raumrichtung und Untersuchung von Hirn- und Ohrenkranken eingestellt. Der von der Firma Stoppani & Cie. in Bern gebaute Apparat, der zum ersten Mal in einer noch nicht gedruckten Arbeit von Prof. Banuelos benutzt wurde, besteht im Wesentlichen aus drei, um eine Achse drehbaren Geraden, deren Drehung an einer genauen Winkelteilung abgelesen werden kann, und welche sich in die drei Richtungen des Raumes stellen lassen.

Mit der hier geschilderten Versuchsanordnung wurden von mir Untersuchungen bei verschiedener Lage der Schallinie angestellt und am dreidimensionalen Richtungsapparat die Richtung angegeben, in welcher der Beobachter die Linie wahrzunehmen glaubte. Als Beobachter habe ich selber gedient, sowie eine Reihe von Herren mit gutem Gehör. Alle Beobachter waren daraufhin geprüft, dass beide Ohren die normale Hörschärfe besassen. Mit Rücksicht auf die in meiner Einleitung berührten Beziehungen zwischen Vorhofbogengangapparat und Raumwahrnehmung wurde eine zweite Hauptversuchsreihe angestellt, die darin bestand, dass der Beobachter seinem Kopf eine Neigung im Raume gab. Die Absicht dieser Versuchsanordnung war, dem Vestibularbogengangapparat verschiedene Lagen im Raume zu geben und dadurch zu untersuchen, ob die Richtungswahrnehmung des Ohres geändert wurde.

Bei den Untersuchungen muss darauf geachtet werden, öfters eine Pause zu machen, um Ermüdung sowohl des Ohres wie auch der Konzentrationsfähigkeit des Beobachters zu vermeiden. Die Ermüdung hat einen sehr merklichen Einfluss auf die Richtigkeit der Wahrnehmung und muss daher absolut vermieden werden.

Die Versuchsreihe war folgende:

I. Tisch horizontal:

1. Beobachter stehend:
   a) Kopf gerade;
   b) Kopf 45° nach hinten geneigt;
   c) Kopf 45° nach vorn geneigt;
   d) Kopf 45° nach links geneigt;
   e) Kopf 45° nach rechts geneigt;
2. Beobachter liegend:
   a) Beide Ohren gleich weit vom Mittelpunkt des Tisches entfernt, die Verbindungslinie beider Ohren also parallel der 90°—270° Achse;
   b) Ein Ohr näher dem Mittelpunkt, die Verbindungslinie beider Ohren also in der 0°—180° Achse.

II. Tisch vertikal:

1. Beobachter stehend:
   a) Kopf gerade;
   b) Kopf 45° nach hinten geneigt;

c) Kopf 45° nach vorn geneigt;
d) Kopf 45° nach links geneigt;
e) Kopf 45° nach rechts geneigt;

2. Beobachter liegend:
   a) Beide Ohren gleich weit vom Mittelpunkt des Tisches entfernt, die Verbindungslinie beider Ohren also parallel der 90°—270° Achse;
   b) Ein Ohr näher dem Mittelpunkt, die Verbindungslinie beider Ohren also parallel der 90°—270° Achse.

Die Neigung des Kopfes wurde mit einem Winkelmass festgestellt.

Die Ergebnisse der an mir und den andern Versuchspersonen angestellten Versuche habe ich in ausführlichen Protokollen niedergelegt. Es hat sich gezeigt, dass, wenn die Ermüdung vermieden wird, eine sehr genaue Einstellung der gehörten Richtung erfolgt. Im Anfang, ehe die Versuchspersonen mit der Aufgabe vertraut sind, kommen allerdings Abweichungen vor, dann aber reduzieren sich dieselben auf höchstens 2—3 Grad Abweichung von der wirklichen Richtung, sehr häufig aber stimmt die wirkliche und die angegebene Richtung vollständig überein. Als besonders wichtiges Resultat meiner Beobachtungsreihen möchte ich hervorheben, dass an der Richtigkeit der Wahrnehmung der Schallinie nichts geändert wurde, wenn der Kopf beim Hören eine recht ungewöhnliche Neigung zur Körperachse hatte. Auch machte es keinen Unterschied, ob die Versuchsperson in stehender oder in liegender Lage sich befand.

Es scheint mir aus diesen Untersuchungen hervorzugehen, dass auch der Schallwahrnehmung räumliche Momente innewohnen, die unauflösbar in der Schallwahrnehmung als Eigenschaft derselben enthalten sind. Ferner darf aus meinen Versuchsergebnissen gefolgert werden, dass die veränderte Lage des Vorhofbogengangapparates auf die Richtungswahrnehmung des Gehörsinnes keinen Einfluss besitzt. Dies ist um so beachtenswerter, als ja der Schall in nächster Nachbarschaft der betreffenden Organe einwirkt. Es wird durch diese Feststellung jedenfalls die Hypothese, dass der Vorhofbogengangapparat das Koordinatensystem liefert, in welches die Sinneswahrnehmungen eingetragen werden, nicht unterstützt. Diese Schlussfolgerung wird neuerdings auf einem ganz anderen

Wege durch die höchst interessanten Beobachtungen aus Gartens Institut in Leipzig bekräftigt, nach welchen die Orientierung der Flieger in der Höhe bei Auschluss des Gesichtssinnes nicht durch den Vorhofbogengangsapparat zustande kommt.

Kurz zusammengefasst sind die beiden Hauptresultate meiner Arbeit die folgenden:

1. Die Richtung einer Schallinie wird mit Hilfe des Ohres wahrgenommen.
2. Die verschiedenen Lagen des Kopfes und des Körpers im Raume haben keinen Einfluss auf die Richtigkeit der Wahrnehmung der Richtung einer Schallinie.

Versuche

B. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf gerade.

Einstellung 0°: 20°
„ 0°: 10°
„ 0°: 356°
Durchschn. Abweichung bei Einstellung 0° = 11°
Einstellung 90°: 99°
„ 90°: 83°
„ 90°: 90°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 45°: 43°
„ 45°: 57°
„ 45°: 50°
Durchschnitt: 6°
Einstellung 315°: 295°
„ 315°: 325°
„ 315°: 320°
Durchschnitt: 11°

B. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf nach vorn geneigt, so stark wie möglich (ca. 45°).

Einstellung 0°: 5°
„ : 0°
„ : 8°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 90°: 90°
„ : 95°
„ : 92°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 41°
„ : 44°
„ : 53°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 306°
„ : 310°
„ : 319°
Durchschnitt: 6°

B. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf nach hinten geneigt ca. 45°.

Einstellung 0°: 13°
„ : 358°
„ : 0°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 90°: 87°
„ : 93°
„ : 90°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 45°: 45°
„ : 39°
„ : 48°
Durchschnitt: : 3°
Einstellung 315°: 329°
„ : 313°
„ : 323°
Durchschnitt: 8°

B. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf nach rechts so stark wie möglich geneigt.

Einstellung 0°: 355°
„ : 13°
„ : 0°
Durchschnitt: 6°
Einstellung 90°: 90°
„ : 81°
„ : 96°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 45°: 53°
„ : 35°
„ : 49°
Durchschnitt: 7°
Einstellung 315°: 320°
„ : 309°
„ : 325°
Durchschnitt: 7°

B. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf 45° nach links geneigt.

Einstellung 0°: 0°
„ : 11°
„ : 356°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 90°: 90°
„ : 90°
„ : 103°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 45°: 60°
„ : 40°
„ : 42°
Durchschnitt: 7°
Einstellung 315°: 320°
„ : 312°
„ : 315°
Durchschnitt: 3°

B. Tisch horizontal, Beob. liegend, beide Ohren gleich weit vom Mittelpunkt des Tisches entfernt, ihre Verbindungslinie der 90°—270° Achse.

Einstellung 0°: 0°
„ : 5°
„ : 351°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 90°: 90°
„ : 87°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 47°
„ : 41°
„ : 50°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 309°
„ : 322°
„ : 315°
Durchschnitt: 5°

B. Tisch horizontal, Beob. liegend, ein Ohr näher, d. h. Verbindungslinie beider Ohren in der 0°—180° Achse.

Einstellung 0°: 359°
„ : 2°
„ : 6°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 90°: 90°
„ : 95°
„ : 87°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 45°: 40°
„ : 41°
„ : 45°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 315°: 310°
„ : 309°
„ : 315°
Durchschnitt: 4°

B. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf gerade.

Einstellung 0°: 3°
„ : 351°
„ : 0°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 90°: 90°
„ : 87°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 47°
„ : 42°
„ : 50°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 312°
„ : 315°
„ : 310°
Durchschnitt: 3°

B. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf 45° nach vorn geneigt.

Einstellung 0° : 359°
„ : 0°
„ : 7°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 90° : 95°
„ : 81°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45° : 41°
„ : 57°
„ : 45°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315° : 312°
„ : 325°
„ : 310°
Durchschnitt: 6°

B. Tisch senkrecht, Beob. aufrecht, Kopf 45° nach hinten geneigt.

Einstellung 0° : 2°
„ : 0°
„ : 356°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 90° : 87°
„ : 82°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45° : 40°
„ : 51°
„ : 45°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315° : 320°
„ : 313°
„ : 309°
Durchschnitt: 4°

B. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf 45° nach rechts geneigt.

Einstellung 0° : 334°
„ : 3°
„ : 0°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 90° : 88°
„ : 90°
„ : 93°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45° : 49°
„ : 51°
„ : 45°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315° : 310°
„ : 323°
„ : 311°
Durchschnitt: 6°

B. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf 45° nach links.

Einstellung 0° : 357°
„ : 2°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90° : 94°
„ : 88°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45° : 50°
„ : 41°
„ : 48°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315° : 315°
„ : 320°
„ : 319°
Durchschnitt: 3°

B. Tisch senkrecht, *Beob. liegend,* beide Ohren gleich weit von der Mitte des Tisches weg, d. h. Verbindungslinie der Ohren // der 90°-270°-Achse.

Einstellung 0°: 351°
„ : 0°
„ : 4°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 90°: 85°
„ : 92°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 40°
„ : 52°
„ : 48°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 315°: 329°
„ : 311°
„ : 307°
Durchschnitt: 6°

B. Tisch senkrecht, *Beob. liegend,* 1 Ohr höher, d. h. Verbindungslinie beider Ohren ist in der 0°—180° Achse.

Einstellung 0°: 355°
„ : 0°
„ : 0°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 90°: 95°
„ : 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 41°
„ : 47°
„ : 63°
Durchschnitt: 8°
(Vielleicht Ermüdung?) Längere Pause gemacht.
Einstellung 315°: 319°
„ : 315°
„ : 318°
Durchschnitt: 2°

M. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf gerade.

Einstellung 0°: 11°
„ : 0°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 90°: 86°
„ : 95°
Durchschnitt: 30°
Einstellung 45°: 39°
„ : 45°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 315°: 311°
„ : 323°
Durchschnitt: 4°

M. Kopf 45° nach vorn.

Einstellung 0°: 353°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 96°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 33°
„ : 45°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 303°
„ : 320°
Durchschnitt: 6°

M. Kopf 45° nach hinten geneigt.

Einstellung 0°: 67°
(Wohl nicht aufgepasst, nicht in Betracht gezogen.)
Einstellung 0°: 353°
„ : 356°
„ : 3°
„ : 0°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 90°: 95°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 53°
„ : 45°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 327°
„ : 318°
„ : 315°
Durchschnitt: 5°

M. Kopf 45° nach rechts geneigt.
Einstellung 0°: 0°
„ : 0°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 90°: 94°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 50°
„ : 47°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 319°
„ : 314°
„ : 310°
Durchschnitt: 3°

M. Tisch horizontal, Beob. senkrecht, Kopf 45° nach links.
Einstellung 0°: 357°
„ : 2°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 87°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 41°
„ : 48°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 320°
„ : 320°
Durchschnitt: 5°

M. Tisch horizontal, Beob. liegend, Ohrenachse // 90°—270° Achse.
Einstellung 0°: 0°
„ : 0°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 90°: 83°
„ : 90°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 45°: 39°
„ : 41°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 315°: 313°
„ : 309°
Durchschnitt: 4°

M. Tisch horizontal, Beob. liegt, Ohrenachse in der 0°—180° Achse.
Einstellung 0°: 356°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 93°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 46°
„ : 40°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 317°
„ : 308°
Durchschnitt: 4°

M. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf gerade.
Einstellung 0°: 0°
„ : 5°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 90°
„ : 87°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 43°
„ : 40°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 315°: 309°
„ : 321°
Durchschnitt: 6°

M. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf 45° nach vorn.
Einstellung 0°: 350°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 45°: 49°
„ : 41°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 319°
„ : 317°
Durchschnitt: 3°

M. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf 45° nach links.

Einstellung 0°: 7°
„ : 11°
„ : 0°
„ : 0°
Durchschnitt: 4°

Einstellung 90°: 90°
„ : 96°
„ : 94°
Durchschnitt: 3°

Einstellung 45°: 45°
„ : 41°
„ : 50°
Durchschnitt: 3°

Einstellung 315°: 317°
„ : 319°
„ : 308°
Durchschnitt: 4°

M. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf 45° nach rechts.

Einstellung 0°: 0°
„ : 0°
Durchschnitt: 0°

Einstellung 90°: 89°
„ : 92°
Durchschnitt: 1°

Einstellung 45°: 41°
„ : 45°
Durchschnitt: 2°

Einstellung 315°: 307°
„ : 315°
Durchschnitt: 4°

M. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf nach hinten.

Einstellung 0°: 358°
„ : 7°
„ : 0₀
Durchschnitt: 3°

Einstellung 90°: 92°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°

Einstellung 45°: 41°
„ : 45°
Durchschnitt: 2°

Einstellung 315°: 315°
„ : 321°
„ : 319°
Durchschnitt: 3°

M. Tisch senkrecht, Beob. liegend, Ohrenachse // 90°—270°.

Einstellung 0°: 0°
„ : 357°
Durchschnitt: 1°

Einstellung 90°: 86°
„ : 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°

Einstellung 45°: 43°
„ : 49°
Durchschnitt: 2°

Einstellung 315°: 313°
„ : 316°
„ : 311°
Durchschnitt: 2°

M. Tisch senkrecht, Beob. liegend, Ohrenachse in der 0°—180° Achse.

Einstellung 0°: 5°
„ : 0°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°

Einstellung 90°: 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 0°

Einstellung 45°: 45°
„ : 47°
Durchschnitt: 1°

Einstellung 315°: 315°
„ : 313°
„ : 318°
„ : 317°
Durchschnitt: 2°

Sch. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf gerade.

Einstellung 0°: 355°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°

Einstellung 90°: 96°
„ : 90°
Durchschnitt: 3°

Einstellung 45°: 41°
„ : 50°
Durchschnitt: 4°

Einstellung 315°: 320°
„ : 313°
Durchschnitt: 40°

Sch. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf 45° nach vorn geneigt.

Einstellung 0°: 4°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 90°
„ : 87°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 41°
„ : 47°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 315°
„ : 320°
Durchschnitt: 3°

Sch. Kopf 45° nach hinten geneigt.

Einstellung 0°: 357°
„ : 0°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 90°: 90°
„ : 88°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 47°
„ : 49°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 317°
„ : 307°
Durchschnitt: 5°

Sch. Kopf 45° nach links.

Einstellung 0°: 358°
„ : 0°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 90°: 92°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 40°
„ : 43°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 313°
„ : 309°
Durchschnitt: 4°

Sch. Kopf nach rechts 45°.
Einstellung 0°: 0°
„ : 3°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 90°: 94°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 39°
„ : 49°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 318°
„ : 311°
Durchschnitt: 3°

Sch. Tisch horizontal, Beob. liegend, Ohrenachse // der 90°—270° Achse.
Einstellung 0°: 6°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 86°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 39°
„ : 48°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 307°
„ : 315°
Durchschnitt: 4°

Sch. Ohrenachse in der 0°—180° Achse.
Einstellung 0°: 0°
„ : 354°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 90°: 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 45°: 48°
„ : 40°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 315°: 312°
„ : 318°
Durchschnitt: 3°

Sch. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf gerade.
Einstellung 0°: 4°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 90°
„ : 93°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 47°
„ : 51°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 315°: 317°
„ : 311°
Durchschnitt: 3°

Sch. Kopf 45° nach vorn.
Einstellung 0°: 0°
„ : 356°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 45°: 42°
„ : 50°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 315°
„ : 310°
Durchschnitt: 2°

Sch. Kopf 45° nach hinten.
Einstellung 0°: 0°
„ : 357°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 90°: 90°
„ : 93°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 41°
„ : 48°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 312°
„ : 315°
Durchschnitt: 1°

Sch. Kopf 45° nach links.
Einstellung 0°: 357°
„ : 0°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 90°: 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 45°: 46°
„ : 43°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 315°: 318°
„ : 318°
Durchschnitt: 3°

Sch. Kopf 45° nach rechts.
Einstellung 0°: 0°
„ : 356°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 87°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 45o
„ : 51°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 312°
„ : 318°
Durchschnitt: 3°

Sch. Tisch senkrecht, Beob. liegend, Ohrenachse // 90°—270° Achse.
Einstellung 0°: 0°
„ : 0°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 90°: 90°
„ : 87°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 43°
„ : 50°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 313°
„ : 320°
Durchschnitt: 4°

Sch. Ohrenachse in der 0°—180° Achse.
Einstellung 0°: 0°
„ : 0°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 90°: 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 41°
„ : 45°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 315°: 315°
„ : 321°
Durchschnitt: 3°

St. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf gerade.
Einstellung 0°: 10°
„ : 6°
Durchschnitt: 8°
Einstellung 90°: 87°
„ : 94°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 45°: 47°
„ : 40°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 307°
„ : 312°
Durchschnitt: 5°

St. Kopf 45° nach vorn.
Einstellung 0°: 350°
„ : 0°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 90°: 94°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 54°
„ : 48°
Durchschnitt: 6°
Einstellung 315°: 320°
„ : 307°
Durchschnitt: 6°

St. Kopf 45° nach hinten.
Einstellung 0°: 356°
„ : 5°, 0°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 90°: 93°
„ : 87°, 85°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 45°: 40°
„ : 49°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 315°
„ : 317°
Durchschnitt: 1°

St. Kopf 45° nach rechts.
Einstellung 0°: 358°
„ : 352°, 0°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 90°: 102°
„ : 96°, 90°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 45°: 39°
„ : 47°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 309°
„ : 315°
Durchschnitt: 3°

St. Kopf 45° nach links.
Einstellung 0°: 5°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 93°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 49°
„ : 42°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 310°
„ : 322°
Durchschnitt: 6°

St. Beob. liegend, Ohrenachse // 90°—270° Achse.
Einstellung 0°: 0°
„ : 358°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 90°: 90°
„ : 87°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 51°
„ : 49°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 315°: 311°
„ : 317°
Durchschnitt: 3°

St. Ohrenachse in der 0°—180° Achse.
Einstellung 0°: 0°
„ : 4°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 96°
„ : 90°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 45°: 49°
„ : 45°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 315°: 320°
„ : 312°
Durchschnitt: 4°

St. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf gerade.
Einstellung 0°: 358°
„ : 0°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 90°: 93°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 41°
„ : 40°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 311°
„ : 315°
Durchschnitt: 2°

St. Kopf 45° nach vorn.
Einstellung 0°: 2°
„ : 358°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 90°
„ : 93°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 45°
„ : 41°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 315°: 319°
„ : 317°
Durchschnitt: 3°

St. Kopf 45° nach hinten.
Einstellung 0°: 0°
„ : 355°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 45°: 50°
„ : 42°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 311°
„ : 315°
Durchschnitt: 2°

St. Kopf 45° nach rechts.
Einstellung 0°: 358°
„ : 0°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 90°: 93°
„ : 90°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 49°
„ : 44°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 309°
„ : 315°
Durchschnitt: 3°

St. Kopf 45° nach links.
Einstellung 0°: 0°
„ : 5°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 97°
„ : 90°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 45°: 49°
„ : 45°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 315°: 310°
„ : 318°
Durchschnitt: 4°

St. Beob. liegend, Ohrenachse // 90°—270° Achse.
Einstellung 0°: 0°
„ : 0°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 90°: 90°
„ : 87°
Durchschnitt: 1°
Einstellung 45°: 50°
„ : 45°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 315°: 315°
„ : 319°
Durchschnitt: 2°

St. Beob. liegend, Ohrenachse in der 0°—180° Achse.
Einstellung 0°: 0°
„ : 356°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 90°
„ : 90°
Durchschnitt: 0°
Einstellung 45°: 40°
„ : 42°
Durchschnitt: 4°
Einstellung 315°: 317°
„ : 311°
Durchschnitt: 3°

U. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf gerade.
Einstellung 0°: 10°
„ : 0°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 90°: 77°
„ : 90°
Durchschnitt: 6°
Einstellung 45°: 55°
„ : 50°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 315°: 308°
„ : 319°
Durchschnitt: 5°

U. Kopf 45° nach rechts.
Einstellung 0°: 0°
„ : 11°
Durchschnitt: 5°
Einstellung 90°: 97°
„ : 90°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 45°: 40°
„ : 42°
Durchschnitt: 3°
Einstellung 315°: 318°
„ : 315°
Durchschnitt: 1°

U. Kopf 45° nach links.
Einstellung 0°: 355°
„ : 0°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 90°: 85°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 45°: 49°
„ : 45°
Durchschnitt: 2°
Einstellung 315°: 320°
„ : 313°
Durchschnitt: 3°

R. Tisch horizontal, Beob. stehend, Kopf gerade.
Einstellung 0°: 21°
„ : 13°
(Typisches Bild der Gewöhnung)
Einstellung 0°: 0°
Durchschnitt: 11°
Einstellung 90°: 93°
„ : 86°
„ : 90°
Durchschnitt: 2°

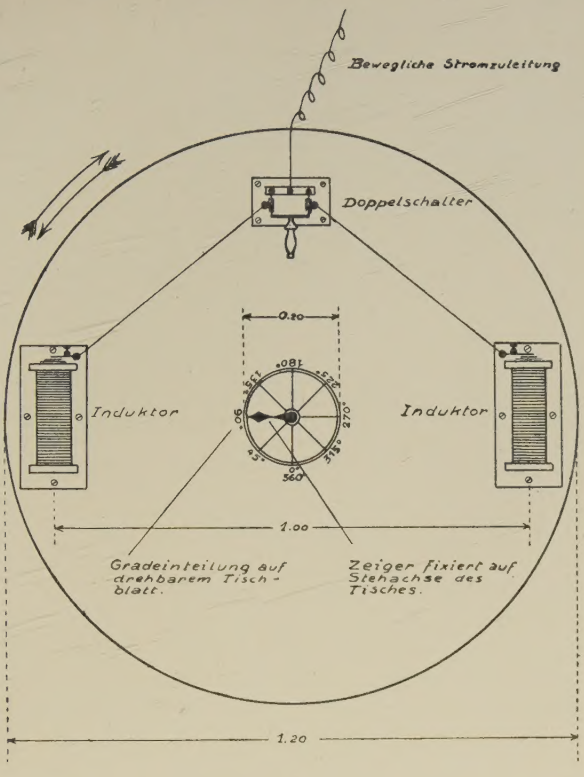
S. Tisch senkrecht, Beob. stehend, Kopf gerade.
Einstellung 0°: 4°
„ 90°: 95°
„ 45°: 41°
„ 315°: 320°

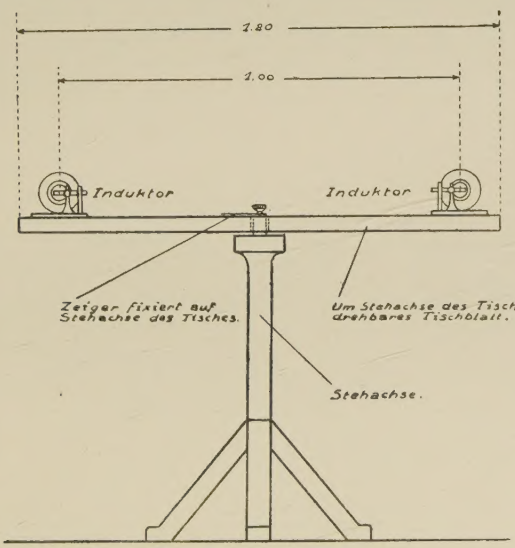
S. Kopf nach links 45°.
Einstellung 0°: 10°
„ : 0°
„ 90°: 86°
„ : 83°
„ 45°: 39°
„ 315°: 317°

S. Kopf 45° nach rechts.
Einstellung 0°: 9°
„ 90°: 97°
„ 45°: 47°
„ 315°: 311°

S. Kopf 45° nach vorn.
Einstellung 0°: 5°
„ 90°: 84°
„ 45°: 37°, 49°
„ 315°: 310°

S. Kopf nach hinten.
Einstellung 0°: 0°
„ 90°: 90°
„ 45°: 43°
„ 315°: 319°


Bewegliche Stromzuleitung
Doppelschalter
0.20
Induktor
Induktor
1.00
Gradeinteilung auf drehbarem Tisch-blatt.
Zeiger fixiert auf Stehachse des Tisches.
1.20


1.80
1.00
Induktor
Induktor
Zeiger fixiert auf Stehachse des Tisches.
Um Stehachse des Tisches drehbares Tischblatt.
Stehachse.